

13. 7. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 8月 7日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-288723
[ST. 10/C]: [JP2003-288723]

| | |
|-------------------|-----|
| REC'D 26 AUG 2004 | |
| WIPO | PCT |

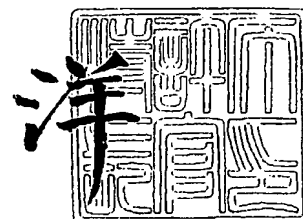
出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 2176050015
【提出日】 平成15年 8月 7日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01G 4/12
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内
 【氏名】 大槻 淳
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電子部品株式会社内
 【氏名】 長井 淳夫
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

セラミックシートと金属を主成分とする導電体層を準備する第 1 の工程と、前記セラミックシートと前記導電体層を用いて積層体を準備する第 2 の工程と、前記積層体を焼成して焼結体を得る第 3 の工程と、前記焼結体に外部電極を形成する第 4 の工程と、前記第 4 の工程以前に金属量を検出することにより選別を行う第 5 の工程とを有するセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 2】

金属量の検出は、積層体または焼結体の少なくとも一方をコイル中に保持し、振動させ上記コイルに発生する誘起電圧値により行う請求項 1 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 3】

金属量の検出は、セラミックシートまたはベースフィルム上に金属を主成分とする導電体ペーストを印刷した印刷体をコイル中に保持し、振動させ上記コイルに発生する誘起電圧値により行う請求項 1 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【請求項 4】

導電体層はニッケルまたはニッケル合金からなる請求項 2 に記載のセラミック電子部品の製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】セラミック電子部品の製造方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば積層セラミックコンデンサ等のセラミック電子部品の製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来の積層セラミック電子部品の製造方法について積層セラミックコンデンサを例に説明する。

【0003】

図4は、積層セラミックコンデンサ11の一部切欠斜視図であり、誘電体層12と内部電極13とが交互に積層されて積層体を構成し、内部電極13はその端面が積層体の対向する両端面に交互に露出するよう積層されており、積層体の両端面に形成された一対の外部電極14に交互に接続されている。

【0004】

以下に従来の積層セラミックコンデンサの製造方法について説明する。

【0005】

チタン酸バリウムを主成分とする誘電体粉末を作製し、バインダ、可塑剤、溶剤とを混合し、スラリー化する。このスラリーで誘電体層12となるシートを成形し、内部電極13となる金属ペーストをシート上に印刷し、このシートを積層することで積層体を得る。積層体を1200℃～1300℃でセラミックと内部電極を同時に焼成し、焼結体を得る。その後外部電極14を形成後、積層セラミックコンデンサ完成品となる。完成品は、静電容量、誘電損失などの特性選別を行い、出荷される。

【0006】

この出願の発明に関連する先行技術文献情報としては、例えば特許文献1が知られている。

【特許文献1】特開2002-168897号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のような積層セラミックコンデンサの静電容量は内部電極である導電体層の印刷状態で大きく変化する。

【0008】

すなわち、印刷体の内部に存在する金属量が多い場合には静電容量が大きく、金属量が少ない場合には静電容量が小さくなる。このことに起因する静電容量不良は、導電体層が印刷された時に既に形成されているにもかかわらず、通常静電容量の特性選別は完成品となってから行われるために、外部電極形成などの無駄な工程を行うことになり、製造効率を低下させる原因となっている。

【0009】

本発明者らは磁場中で磁性体が運動する時に発生する誘起電圧に着目し、上記の導電体層に含まれる金属量と静電容量との間に強い相関関係があり、さらにこの金属量と誘起電圧との間にも強い相関関係があることから、誘起電圧値を測定することにより完成品の静電容量を推定することができるということを見だし、本発明を成すに至ったものである。

【0010】

即ち本発明は、できるだけ製造工程の初期段階で不良品を検知し、不良品に対して無駄な工程を行わず、製造効率を向上させるセラミック電子部品の製造方法を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

この目的を達成するために本発明は以下の構成を有するものである。

【0012】

本発明の請求項1に記載の発明は、セラミック電子部品の製造方法において、焼結体に外部電極を形成する工程の前に金属量を検出することにより特性の選別を行うものであり、製造工程の初期段階で良品と不良品の選別を行うことができ、その後の製造工程の効率を上げることができる。

【0013】

請求項2に記載の発明は、セラミックシートと導電体層とからなる積層体または焼結体の少なくとも一方をコイル中に保持し、振動させるときコイルに発生する誘起電圧値の大小により選別を行うことを特徴としている。

【0014】

積層体および焼結体の導電体層の金属量とコイルに発生する誘起電圧値とは正の相関を示し、単位面積当たりの金属量と静電容量もまた正の相関を示すことから、積層体および外部電極形成前の焼結体の誘起電圧値を測定することで、完成品に至る前に静電容量の大小を判断できる。

【0015】

すなわち、不良品を積層体で判断すれば焼成以降、焼結体で判断すれば不良品に対して外部電極形成以降の後工程を行う必要はなくなる。

【0016】

このことにより、無駄な製造工程を行うことはないので、製造効率を向上させることができる。

【0017】

請求項3に記載の発明は、セラミックシートまたはベースフィルム上に金属を主成分とする導電体ペーストを印刷した印刷体をコイル中に保持し、振動させコイルに発生する誘起電圧値により金属量を検出し、印刷用スキージの摩耗や印刷版の目詰まりなどにより発生する印刷かすれなどの印刷不良品を除去したり、印刷の状況を印刷条件にフィードバックして印刷を最適な状態に保つことができる。

【0018】

ここで印刷体とは、セラミックシートやポリエチレンテレフタレート（PETと略称される）フィルムなどのベースフィルム上に導電体ペーストを印刷したものを示す。

【0019】

本発明の請求項4に記載の発明は、導電体層はニッケルまたはニッケル合金からなることを特徴としており、磁性を示す金属において誘起電圧が大きく発生するために、上記良否の判断を容易に行うことができる。

【0020】

なお、例えば焼結体中の金属量は、セラミックを酸で溶かし、残った金属量を測定することにより得ることもできるが、このような方法では破壊検査になり、また膨大な手間と時間がかかるため製造工程の選別手段としては用いることができないことから本発明の有効性が明らかである。

【発明の効果】**【0021】**

本発明によると、セラミック電子部品の特性を大きく左右するセラミック電子部品中の導電体の金属量を測定することにより、セラミック電子部品の製造工程において、最終特性選別工程ではなく製造工程の初期段階で特性不良を検出することが可能となるため、製造効率の向上を図ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】**【0022】**

（実施の形態）

以下、本発明の一実施の形態を用いて本発明の特に請求項1～4について積層セラミッ

クコンデンサを例に説明する。

【0023】

図1は、本実施の形態における選別方法の模式図であり、積層体または焼結体である測定試料1をコイル2中に保持し、振動させコイルに発生する誘起電圧値を検出してその大小により選別を行う。図中の矢印は測定試料に加える振動を示す。

【0024】

このような測定に係る装置としては、例えば振動試料型磁力計がある。

【0025】

以下積層セラミックコンデンサの製造方法について詳細に説明する。

【0026】

まず、誘電体材料としてチタン酸バリウムを主成分とし、バインダ、可塑剤を含有する厚み $5\mu\text{m}$ のセラミックシートを複数枚作製する。この各々のセラミックシート上に $0.2\mu\text{m}$ のニッケル粉を含有するニッケルペーストをパターン状にスクリーン印刷し、内部電極となる導電体層を形成する。

【0027】

この時、ニッケル導電体層の厚みは $0.5\mu\text{m}$, $1.0\mu\text{m}$, $1.4\mu\text{m}$, $1.8\mu\text{m}$, $2.4\mu\text{m}$ と5種類変化させており、各々の単位面積当たりの金属量は順に $0.245\text{mg}/\text{cm}^2$, $0.505\text{mg}/\text{cm}^2$, $0.705\text{mg}/\text{cm}^2$, $0.911\text{mg}/\text{cm}^2$, $1.215\text{mg}/\text{cm}^2$ に対応する。

【0028】

次にそれぞれの同一厚みの導電体層を形成したセラミックシートを10枚ずつ積み重ね、熱圧着することで積層体を得る。その後、積層体を $3.2\text{mm}\times 1.6\text{mm}$ の大きさに切断し、ニッケルが酸化しない雰囲気を保ち、 1250°C で焼成し、焼結体を得る。次に外部電極として、焼結体両端面に銅ペーストを塗布し、窒素中で 800°C で焼付け、その後ニッケルメッキおよびスズメッキを施し積層セラミックコンデンサを得る。

【0029】

上記で得られた5種類の導電体層厚みを有する積層体、外部電極形成前の焼結体について、室温にてコイル中に保持して振動させ誘起電圧値を測定した。

【0030】

また一方、上記積層セラミックコンデンサの作製に使用したのと同じニッケルペースト印刷後のセラミックシート5種類について、積層体中の内部電極面積に相当する大きさに切りだし、上記と同様に室温にてコイル中に保持して振動させ誘起電圧値を測定した。

【0031】

この時、試料の取り付け位置、方向、大きさを考慮することで、より正確な測定が可能となる。

【0032】

また、上記メッキ後の積層セラミックコンデンサについて、LCRメーターを用いて 25°C の温度下で、 1kHz で静電容量を測定した。

【0033】

(表1)は上記5種類の導電体層厚みを有する積層体、焼結体ならびにニッケルペーストを印刷したセラミックシートをコイル中に保持し、振動させた場合に発生する誘起電圧と積層セラミックコンデンサの静電容量の関係を示している。

【0034】

【表1】

| ニッケル導 体層の厚み (μm) | 印刷時の 金属量 (mg/cm^2) | シート誘起 電圧値 (V) | 積層体誘起 電圧値 (V) | 焼結体誘起 電圧値 (V) | 静電容量 (μF) |
|-------------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|---------------------------|
| 0.5 | 0.245 | 0.1203 | 0.1207 | 0.1267 | 0.01 |
| 1.0 | 0.505 | 0.2486 | 0.2488 | 0.2562 | 0.85 |
| 1.4 | 0.705 | 0.3470 | 0.3473 | 0.3612 | 1.02 |
| 1.8 | 0.911 | 0.4491 | 0.4489 | 0.4713 | 1.10 |
| 2.4 | 1.215 | 0.5988 | 0.5986 | 0.6225 | 1.11 |

【0035】

(表1) から明らかなように、ニッケル導電体層の厚みが薄いほど誘起電圧値が小さく、静電容量も小さくなっており、ニッケル導電体層の厚みが $0.5\mu\text{m}$ では正常な静電容量が得られていない。

【0036】

このことはニッケル導電体層の厚みが薄い場合については焼成途中において、ニッケルの連続性がなくなり、静電容量を得るために重要な導電体面積が十分得られないことを示すものである。

【0037】

一方、ニッケル導電体層の厚みが厚いほど誘起電圧値が大きくなり、静電容量も増加しているが、ニッケル導電体層の厚みが厚くなりすぎると焼結体中にデラミネーションが発生する原因となり、また積層体の厚み寸法が大きくなってしまいうため好ましくない。

【0038】

以上のように、積層体または焼結体の少なくともどちらか一方で誘起電圧を測定することにより、静電容量の大小を容易に判断することができる。

【0039】

ニッケル量は印刷精度のばらつきや焼成温度、焼成雰囲気の変動によって一定ではないので、個々の積層体または焼結体の誘起電圧を測定することで、完成品に至るまでに不良を確実に検知でき、製造効率の向上に寄与するものである。

【0040】

また、積層セラミックコンデンサのような汎用部品は通常数万個以上をロット単位として運用しているが、本実施の形態によれば全数を検査するのではなく、ロット内から数個～数十個程度を抽出し、積層体または焼結体の誘起電圧を測定することにより、ロットごとの良否選別を行うこともでき、より効率的である。

【0041】

次に(表1) に示したシート、積層体および焼結体の誘起電圧値のデータをもとに、単位面積当たりの金属量とシート、積層体ならびに焼結体の誘起電圧値 (V) との関係を示すグラフを作成する。

【0042】

作成したグラフは、図2のような正の相関を持ったグラフになる。

【0043】

さらに(表1) のデータにより誘起電圧値 (V) と静電容量との関係を示すグラフを作成する。

【0044】

作成したグラフは、図2と同様、図3のような正の相関を持ったグラフになり、このグラフが誘起電圧値 (V) から静電容量を推定するための検量線となる。

【0045】

一方上記と同様にして複数枚のセラミックシートにニッケル導電体層を $1.2\mu\text{m}$ の厚みで印刷し、導電体層を形成したセラミックシートを10枚ずつ積み重ね、熱圧着して積層体を作製し、 $3.2\text{mm}\times 1.6\text{mm}$ の大きさに切断し、 1250°C で焼成し、焼結体を得る。このようにして10ロットの試料を作製した。

【0046】

この10ロットについて焼成前の積層体ならびに焼成後の焼結体について誘起電圧値を測定し、上記図3の検量線を用いて静電容量を推定し、静電容量の小さい1つのロットを検出した。

【0047】

その他の9ロットについては、静電容量は目標値に入っていた。

【0048】

また一方この10ロットについて、外部電極として焼結体両端面に銅ペーストを塗布し、窒素中で 800°C で焼付け、その後ニッケルメッキおよびスズメッキを施した後、最終特性選別工程で測定した静電容量で確認した。

【0049】

その結果、誘起電圧値から推定した1ロットが容量が小さく、その他のロットは目標値通りであり、誘起電圧値から推定した結果とよく一致していた。

【0050】

このように、本実施の形態によれば、導電体の金属量に起因する電気的特性不良を最終特性選別工程ではなく、製造工程の初期段階で判別できるものである。

【0051】

また上記本発明の実施の形態のように、焼成工程の前および後の両方で誘起電圧値による選別を行えば、より精度の良い選別が行える。

【0052】

これは、焼成により金属が一部酸化したり、セラミックと反応したりすることがあるため、印刷時の塗布量が同じであっても金属量の変動し、その結果静電容量が変動する場合があるためである。

【0053】

また、特に導電体層をセラミックシートに印刷した印刷体において、従来は印刷前後の重量を測定することにより印刷された導電体ペーストの重量から金属量を推定していたため、導電体ペースト中に含まれる金属量のばらつきや印刷状態により測定精度にばらつきがあった。

【0054】

これに対し、本実施の形態の方法では誘起電圧値を用いて直接金属量を測定する方法であるため、より精度の良い測定が容易にでき、印刷不良シートの選別をより確実に行うことができるとともに不良状態をフィードバックすることにより印刷体塗膜の性状を安定させることが可能である。

【0055】

また、上記本発明の実施の形態では積層セラミックコンデンサを例に説明したが、磁性を有する金属を導電体層として用いている積層セラミック電子部品においても同様の効果が得られる。

【産業上の利用可能性】

【0056】

本発明にかかるセラミック電子部品の製造方法は、セラミック電子部品に用いられる導電体中の金属量を測定することにより初期の工程で不良品を検知し、不良品に対するその後の無駄な工程を省くことにより製造効率を向上させることができるという効果を有し、金属導体を有する電子部品等の製造方法に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0057】

【図 1】 本発明の一実施の形態における選別機の模式図

【図 2】 本発明の一実施の形態における印刷時の単位面積当たりの金属量と誘起電圧値の関係を示す図

【図 3】 本発明の一実施の形態における誘起電圧値と静電容量の関係を示す図

【図 4】 従来例における積層セラミックコンデンサの一部切欠斜視図

【符号の説明】

【 0 0 5 8 】

1 測定試料

2 コイル

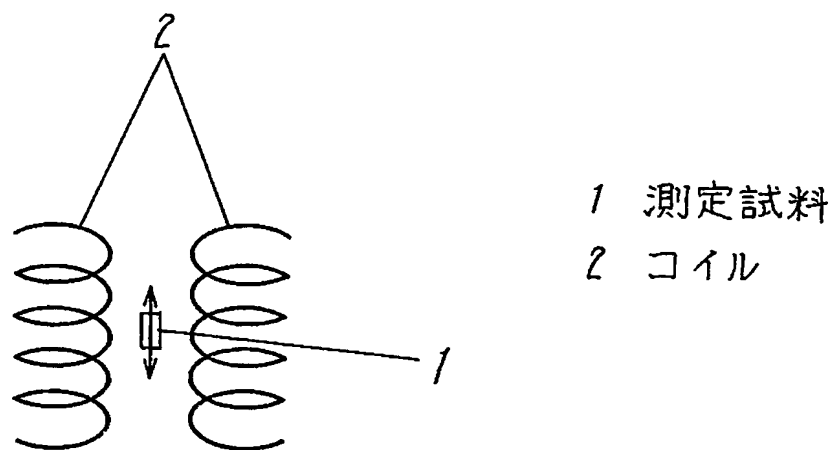
1 1 積層セラミックコンデンサ

1 2 誘電体層

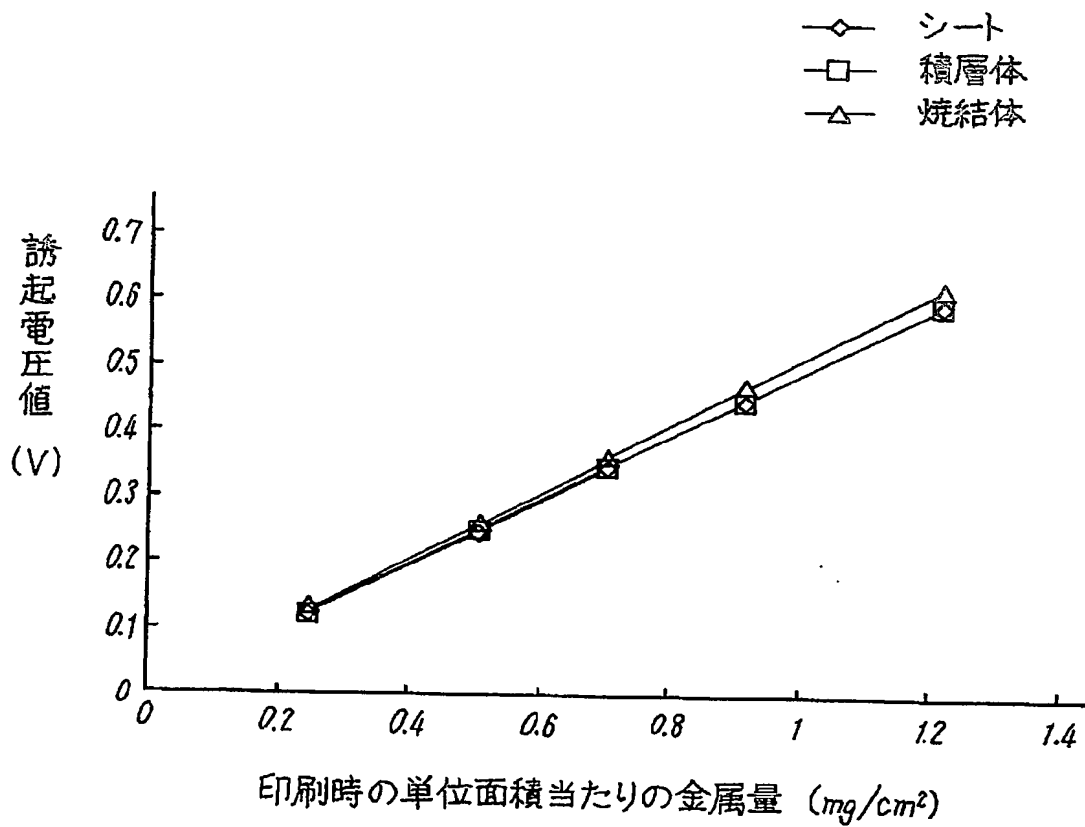
1 3 内部電極

1 4 外部電極

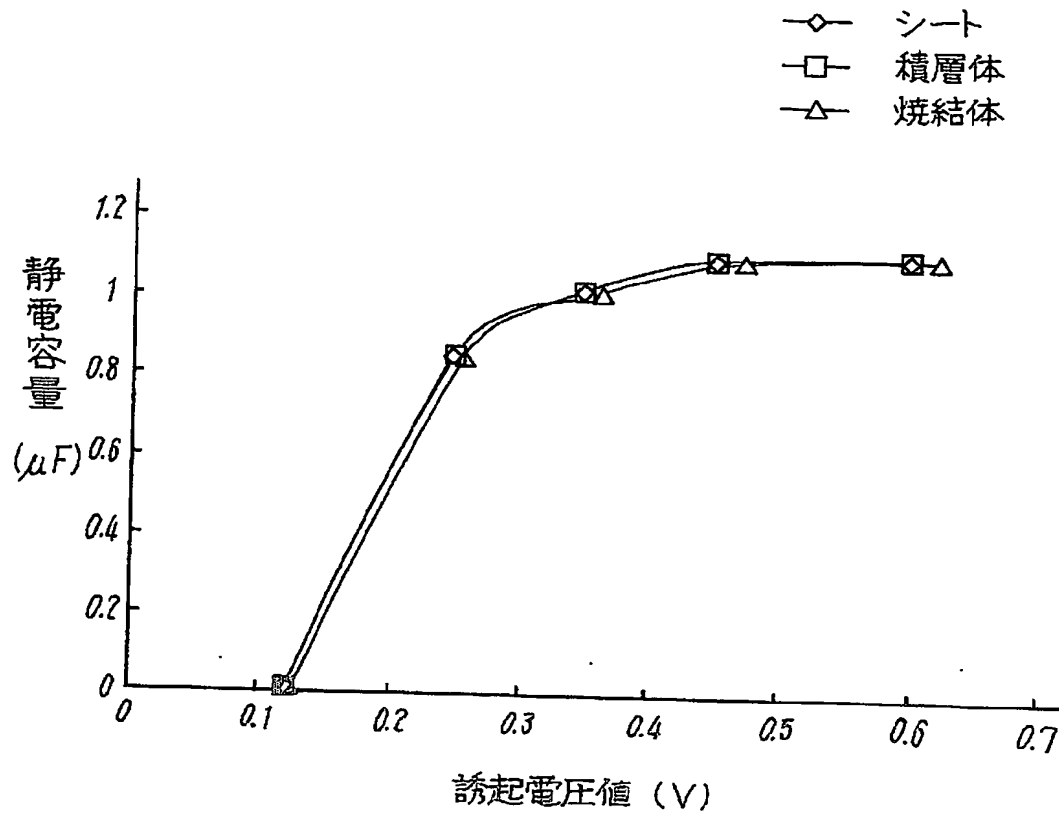
【書類名】 図面
【図 1】



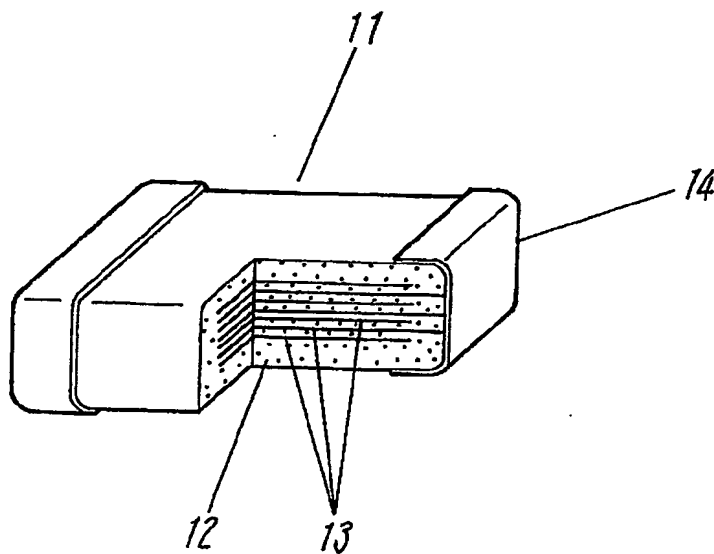
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】製造工程の初期段階で静電容量不良を検知し、不良品に対するその後の無駄な工程を行わず、製造効率を向上させるセラミック電子部品の製造方法を提供することを目的とするものである。

【解決手段】セラミックシートと金属を主成分とする導電体層を準備する第 1 の工程と、セラミックシートと導電体層を用いて積層体を準備する第 2 の工程と、この積層体を焼成して焼結体を得る第 3 の工程と、焼結体に外部電極を形成する第 4 の工程を有するセラミック電子部品の製造方法において、第 4 の工程以前に金属量を検出し、この金属量と強い相関関係を持つ完成品の静電容量を推定し、最終工程に至る前に選別を行う。

【選択図】図 1

特願 2003-288723

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000005821]

1. 変更年月日

1990年 8月28日

[変更理由]

新規登録

住所

大阪府門真市大字門真1006番地

氏名

松下電器産業株式会社